

ISSN 0853-9723

E
ELEKTRO

JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI

M
MESIN

A
ARSITEKTUR

S
SIPII

**RELATIVE ETCHING RATES OF VERTICAL DOWN TAPER-
RIDGE WAVEGUIDE BY DIFFUSION-LIMITED ETCHING**

Joni Welman Simatupang, Wen-Sheng Wu, and San-Liang Lee

**INDEKS KONDISI KONSTRUKSI BANGUNAN TINGGI
YANG DIPENGARUHI OLEH SERANGAN RAYAP**

James Rilatupa

**FEED-IN-TARIFF/FIT, SEBUAH PROGRAM PENDANAAN
PENERAPAN SUMBER ENERGI TERBARUKAN PADA
BANGUNAN**

Eka Sediadi R.

**ANALISIS LENDUTAN BALOK BETON PRATEGANG LUAR
AKIBAT BEBAN TERPUSAT**

Hadi Pranata dan Daniel Christianto

**PENGARUH CuI TERHADAP REGANGAN KISI DAN
KONDUKTIVITAS $(\text{CuI})_x(\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 4\text{SiO}_2)_{1-x}$**

*P. Purwanto, S. Purnama, Adel Fisli, Sumardjo, Yustinus P.,
dan Y. Sarwanto*

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA BESI COR
NODULAR TERHADAP SIFAT-SIFAT MEKANISNYA**

Erikson Samosir dan Immanuel Gomer

Dua Kali Setahun

Vol. 19, No. 1, Maret 2009, Hal. 1 - 50

ISSN 0853-9723

Penerbit:

Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia, Jakarta

Redaksi Pelaksana:

Ika Bali (Ketua)
S.M. Doloksaribu (Anggota)
Robinson Purba (Anggota)
Aryantono Martowidjojo (Anggota)
Efendy Tambunan (Anggota)

Sekretariat:

Floura Latumeten
Kemo Suharsoyo

Alamat Redaksi:

Sekretariat Jurnal Sains dan
Teknologi EMAS,
Gedung Fakultas Teknik UKI
Jl. Mayjen Sutoyo No.2,
Cawang, Jakarta Timur 13630
INDONESIA

Telp. +62-21 8009190/8092425
Pes. 402; Faks. +62-21 8094074
E-mail: ikabali@yahoo.com
Homepage: www.uki.ac.id

Rekening Bank:

Bank BRI Unit RS UKI
No. : 0783-01-001630-50-5
A.n. Ika Bali

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Jurnal Sains dan Teknologi EMAS yang ada di tangan pembaca adalah edisi pertama untuk tahun volume 19.

Melalui kesempatan ini, redaksi Jurnal Sains dan Teknologi EMAS menyampaikan bahwa dalam rangka meningkatkan kualitas jurnal maka mulai tahun volume 19 atau tahun 2009, Jurnal Sains dan Teknologi EMAS akan terbit dua kali dalam setahun yakni: bulan Maret dan September setiap tahunnya.

Selain itu, Jurnal Sains dan Teknologi EMAS mulai edisi pertama untuk tahun volume 19 ini mengalami perubahan format. Untuk itu kepada para penulis diharapkan dapat menyesuaikan dengan format baru tersebut.

Salam,
Redaksi

INDEKS KONDISI KONSTRUKSI BANGUNAN TINGGI YANG DIPENGARUHI OLEH SERANGAN RAYAP

James Rilatupa¹

ABSTRACT

This research aimed to assess the condition index of building construction which applied only for wood components in three towers as samples (Tower A, Tower B, and Tower C). The towers had been used for eight years. The assessment method that used to estimate the construction condition of wood components was hierarchy model and its economic losses used the estimate of building maintenance cycle. The results showed that the high-rise building construction's wood components condition index were 50,22 (condition category adequate) for Tower A; 60,10 (category condition good) for Tower B; and 73,19 (category condition more better) for Tower C. Furthermore, the highest economic losses for wood components happened in Tower A and the lowest in Tower C.

Keywords: building condition index, wood components, economic losses

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks kondisi bangunan yang hanya dilakukan untuk komponen bahan berkayu pada tiga tower contoh (Tower A, Tower B, dan Tower C). Apartemen dan Hotel Contoh tersebut telah memiliki masa operasional selama delapan tahun. Metode pendugaan untuk menilai kondisi konstruksi komponen bahan berkayu adalah dengan menggunakan model penilaian hirarki dan adanya kerugian ekonomi menggunakan penilaian siklus perawatan bangunan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa indeks kondisi konstruksi komponen bahan berkayu bangunan tinggi adalah 50,22 (kategori kondisi baik) untuk Tower A; 60,10 (kategori kondisi baik) untuk Tower B dan 73,19 (kategori kondisi lebih baik) untuk Tower C. Sementara itu kerugian ekonomi akibat serangan rayap tertinggi ditemukan di Tower A dan yang terendah di Tower C.

Kata kunci: indeks kondisi bangunan, komponen bahan berkayu, kerugian ekonomi

¹ Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, Jalan Mayjen Sutoyo No.2, Jakarta 13630, INDONESIA, E-mail: jrilatupa@yahoo.com.

1. PENDAHULUAN

Rayap *Coptotermes curvignathus* merupakan salah satu hama perusak bangunan yang tingkat serangannya paling ganas dan mampu menyerang hingga ke lantai teratas pada beberapa bangunan tinggi di Jakarta, Bandung dan Surabaya. Pada bangunan tinggi, serangan rayap ini mampu merusak elemen konstruksi dari satu lantai ke lantai berikutnya dengan merusak bahan ber-selulosa seperti plafon dari bahan gipsum sampai dengan *kitchen set* yang berbahan kayu. Sementara itu, sejak pertengahan tahun 1970-an, sektor properti merupakan salah satu sektor pembangunan yang penting dan menghasilkan berbagai sarana perkotaan. Di Jakarta saat ini sudah ada lebih dari 900 bangunan tinggi (lebih dari delapan lantai) yang sebagian besar berfungsi sebagai gedung perkantoran, hotel dan apartemen; seperti Gedung Wisma BNI, Gedung Menara Niaga, Gedung Artha Graha, Apartemen Taman Anggrek, dan Hotel Sultan Jakarta.

Akibat perubahan dan perkembangan pembangunan perkotaan sering menimbulkan konflik peruntukan ruang yang dilematis antara kepentingan pembangunan dan pelestarian alam di antaranya adalah lingkungan habitat rayap. Dampak lahan yang makin sempit di perkotaan menimbulkan perencanaan penyusupan kantong-kantong hijau (lansekap) berpindah ke atap (taman atap) pada komponen struktur gedung-gedung tinggi, sehingga merupakan area pijakan penghijauan di udara serta beresiko timbulnya habitat rayap. Permasalahan ini menjadi semakin penting seiring dengan keluarnya Undang-undang Republik Indonesia No. 28/2002 tentang bangunan gedung

(UUBG, 2003), dimana tertulis perlunya pengendalian serangan rayap pada bangunan.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut diperlukan pengetahuan dan teknologi pemeliharaan dan perawatan yang selanjutnya dikenal dengan istilah teroteknologi (Juwana, 2005). Sementara itu, menurut Sebastian (2003), perawatan bangunan adalah suatu proses yang terus menerus untuk mengimbangi jasa dan biaya dalam suatu upaya memberikan rasa aman, nyaman dan memuaskan pengguna bangunan. Pada kondisi tertentu tingkat pemeliharaan, tingkat perawatan, dan tingkat pemeriksaan suatu bangunan gedung tentunya dapat diperkirakan secara terukur.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jalur jelajah rayap *Coptotermes curvignathus* pada bangunan tinggi, menduga indeks kondisi akibat serangan rayap tersebut pada konstruksi bangunan tinggi dan kerugian ekonominya. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai acuan dalam membangun suatu bangunan tinggi, khususnya pemilihan bahan konstruksi yang selama ini belum memperhatikan faktor biodeteriorasi yang disebabkan oleh rayap *Coptotermes curvignathus*.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah denah (master plan) dan gambar bangunan Apartemen dan Hotel Contoh (Tower A, Tower B, dan Tower C) yang terserang oleh rayap. Bahan lainnya yang digunakan adalah 9 buah kotak yang didalamnya terdapat tisu (berbentuk rol) yang telah diberi *hexaflumuron*. Alat-alat yang digunakan adalah perekam data visual; perekam pengamatan data eksisting

komponen struktur, subkomponen dan lain-lain; alat untuk menyimpan dan mengamati rayap; alat penerangan (senter); pot/tabung plastik; alkohol; kantong plastik. Sementara itu untuk memperoleh data yang berhubungan dengan kondisi teknis gedung (unit apartemen/kamar), jaringan utilitas, letak struktur dilatasi (pemisah gedung) dilakukan survei dengan menggunakan tabel isian yang telah dipersiapkan.

2.2. Prosedur Penelitian

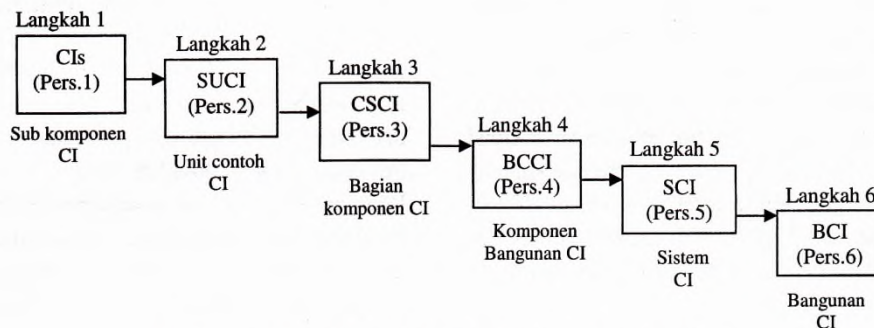
Pengamatan untuk mengetahui indeks kondisi dari subkomponen bangunan hingga keseluruhan bangunan yang meliputi:

- Pengamatan terhadap kondisi konstruksi bangunan lantai per lantai sesuai dengan kemungkinan kehidupan koloni rayap di area interior.
- Investigasi lokasi kerusakan bagian konstruksi bangunan dan penyebab serangan rayap serta mengidentifikasi jenis kerusakan.
- Mengkategorikan kondisi konstruksi bangunan.

Sementara itu untuk menganalisa data dilakukan pembobotan terhadap masing-masing subkomponen, unit contoh, bagian komponen, komponen bangunan, sistem bangunan, sampai dengan satu bangunan secara terpadu dan menentukan skala prioritas dari hirarki komponen konstruksi sebagai patologi dari gedung tersebut. Yang dimaksud dengan sistem dalam penelitian ini adalah tiap lantai yang ada dalam bangunan; sedangkan komponen adalah unit apartemen/kamar yang berada dalam satu lantai. Bagian komponen yang diperiksa adalah ruangan yang ada dalam satu unit apartemen/kamar, sementara itu unit contoh adalah bagian dari ruangan tersebut (dinding, plafon dan lantai).

Subkomponen dalam penelitian ini adalah bagian dari unit contoh, misalnya dinding ada 4 bagian (dinding a, b, c dan d). Penilaian awal dari indeks kondisi dimulai dari subkomponen yang terkait dengan biaya, fungsi dan perawatannya. Penilaian indeks kondisi dalam penelitian ini hanya untuk komponen bahan berkayu dalam bangunan. Perhitungan kondisi bangunan dilakukan dengan menggunakan indeks-indeks kondisi yang dikembangkan oleh Organisasi Laboratorium Peneliti Keteknikan Konstruksi US (Uzarski *et al.*, 1997). Perhitungan tersebut dilakukan dengan teknik-teknik percontohan, pemeriksaan dengan melihat bangunan hingga komponennya. Nilai ditentukan berdasarkan kombinasi jenis, tingkat dan kuantitas kerusakan.

Dalam penelitian ini jenis kerusakan yang berhubungan dengan serangan rayap adalah permukaan bahan berkerut, retak rambut, celah dan lubang, serta goyah/lepas. Masing-masing jenis kerusakan tersebut ditentukan tingkat kerusakan dan kuantitasnya. Selanjutnya, prosedur perhitungan berbagai indeks ditunjukkan pada Gambar 1. Proses mulai dengan perhitungan suatu indeks untuk setiap subkomponen dalam unit contoh komponen. Indeks-indeks digabungkan sampai berbagai hirarki tersebut dihitung. Indeks subkomponen (CIs) dihitung dari bobot yang dikurangi pada model kuantitas kerapatan. Model berhubungan dengan tingkat deteriorasi dari tipe kesulitan, bahayanya, dan kuantitas kerusakan yang ditemukan sepanjang survei kondisi. Setelah subkomponen diperiksa dan indeks kondisinya ditentukan, kemudian indeks kondisi unit contoh ditentukan. Selanjutnya, unit contoh untuk tiap komponen digabungkan kedalam indeks kondisi bagian kom-



Gambar 1. Bagan alir perhitungan BCI (Uzarski, et al., 1997).

ponen (CSCI) berdasarkan ukuran-nya. Demikian seterusnya hingga mendapatkan indeks kondisi bangunan (BCI).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Jalur Jelajah

Rayap yang ditemukan pada Tower B dan C dari hasil pemasangan tisu umpan adalah *Coptotermes curvignathus*. Rayap-rayap dari Tower B dan C yang dikumpulkan dalam satu wadah tidak saling menyerang, hal ini membuktikan bahwa rayap *Coptotermes curvignathus* yang ditemukan berasal dari satu koloni. Sementara itu, pada Tower A tidak dilakukan pemasangan tisu umpan, karena sebagian besar penghuni apartemen telah melakukan pembasmian rayap secara individu dan mengganti material yang rusak akibat serangan rayap. Data yang ditemukan secara visual pada Tower A hanya ditemukan jalur liang kembara di Lantai 23, 25 dan 29; yang diduga merupakan jalur liang kembara rayap *Coptotermes curvignathus*.

Jalur jelajah koloni rayap pada Apartemen dan Hotel Contoh ini dimulai dari saluran pemipaan (*plumbing*) air bersih yang masuk menembus lantai *basement* 1 yang tingkat kelembabannya

tinggi dan kondisi ruangnya gelap (pencahayaannya kurang). Untuk menjangkau seluruh unit apartemen/kamar setiap lantai (8 kamar), koloni rayap dapat langsung masuk ke bagian ruangan yang lembab seperti kamar mandi/WC, ruang cuci dan sekitarnya. Hal ini juga didukung oleh aktivitas penghuni apartemen dan hotel yang cenderung rendah (waktu tinggal maksimal hanya 8 jam sehari), yang mengakibatkan kurangnya getaran dari penghuni sebagai sumber penghambat/ gangguan daya jelajah rayap. Serangan rayap tersebut mencapai hingga lantai teratas dari bangunan Apartemen dan Hotel Contoh. Terjadinya serangan rayap hingga ke lantai teratas gedung apartemen dan hotel ini, menunjukkan bahwa daya jelajah rayap *Coptotermes curvignathus* tidak terpengaruh oleh gaya gravitasi.

3.2. Indeks Kondisi Komponen Bahan Berkayu

Indeks Kondisi Unit Contoh (SUCI)

Indeks kondisi unit contoh yang dianalisa dalam salah satu apartemen dan hotel di wilayah Jakarta Selatan pada Tower A, Tower B, dan Tower C adalah

bagian dari ruang; yaitu dinding dan plafon; sementara itu untuk lantai tidak dianalisa karena tidak mengandung bahan berkayu sebagai media rayap.

Secara umum, hasil penelitian tersebut menunjukkan kondisi dinding di Tower A lebih rendah nilainya, sedangkan yang tertinggi nilainya adalah kondisi dinding di Tower C (Tabel 1). Sementara itu, nilai indeks kondisi unit contoh plafon untuk Tower A, Tower B, dan Tower C adalah 100. Hal ini menunjukkan tidak ditemukan kerusakan pada plafon di setiap ruangan yang ada.

Indeks Kondisi Bagian Komponen/Ruang (CSCI)

Pembahasan dari indeks kondisi dalam apartemen dan hotel ini dianalisa dari indeks kondisi bagian komponen, atau dari ruang per ruang unit apartemen dalam setiap lantainya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks kondisi ruang tamu/makan, ruang tidur dan koridor yang terendah terdapat pada Tower A dan yang tertinggi pada Tower C. (Tabel 2). Untuk indeks kondisi kamar mandi/wc nilai terendah terdapat di Tower B dan tertinggi di Tower C.

Tabel 1. Indeks kondisi unit contoh (SUCI) dinding dan plafon^{*)}

Tower	Ruang Tamu/Makan		Ruang Tidur		KM/WC		Koridor	
	Dinding	Plafon	Dinding	Plafon	Dinding	Plafon	Dinding	Plafon
A	43,3	100	38,1	100	54,1	100	98,5	100
B	65,4	100	80,2	100	47,7	100	98,5	100
C	97,0	100	97,3	100	98,8	100	99,1	100

^{*)} bahan berkayu

Tabel 2. Indeks kondisi (IK) dan kategori kondisi (KK) bagian komponen (ruang) *)

Tower	Ruang Tamu/Makan		Ruang Tidur		KM/WC		Koridor	
	IK	KK	IK	KK	IK	KK	IK	KK
A	48,6	cukup	44,4	cukup	54,1	cukup	56,7	baik
B	55,8	cukup	64,1	baik	46,2	cukup	77,5	lebih baik
C	67,6	baik	72,0	lebih baik	80,5	lebih baik	77,8	lebih baik

^{*)} bahan berkayu

Tabel 3. Indeks kondisi (IK) dan kategori kondisi (KK) komponen/BCCI (unit apartemen/UA), sistem/SCI (lantai), dan bangunan/BCI

IK dan KK	Tower A	Tower B	Tower C
Komponen/BCCI (Unit Apartemen)	38,9 - 60,8 (kurang – baik)	58,0 – 63,9 (baik)	72,7 – 73,7 (lebih baik)
Sistem/SCI (Lantai)	39,1 – 60,3 (kurang – baik)	58,4 – 63,8 (baik)	72,9 – 73,6 (lebih baik)
Bangunan/BCI	50,2 (cukup)	60,1 (baik)	73,2 (lebih baik)

Indeks Kondisi Komponen (BCCI), Sistem (SCI), dan Bangunan (BCI)

Indeks kondisi komponen apartemen dan hotel yang dianalisa adalah unit-unit apartemen/kamar per lantainya, dalam penelitian ini diambil secara acak 2 unit apartemen per lantainya. Sementara itu indeks kondisi sistem adalah indeks kondisi per lantai dari Tower A, Tower B, dan Tower C. Indeks kondisi bangunan merupakan indeks kondisi dari Tower A, Tower B, dan Tower C yang diteliti.

Hasil penelitian menunjukkan indeks kondisi komponen, sistem dan bangunan pada Tower A paling rendah dengan nilai masing-masing 38,9-60,8; 39,1-60,3 dan 50,2 (Tabel 3). Sedangkan indeks kondisi komponen, sistem dan bangunan yang tertinggi terdapat pada Tower C dengan nilai masing-masing adalah 72,7-73,7; 72,9-73,6; dan 73,2 (Tabel 3). Jenis kerusakan umum yang terjadi di Tower A, Tower B, dan Tower C adalah permukaan bahan berkerut dan retak rambut yang ditemukan pada komponen bahan berkayu. Kerugian langsung tersebut hanya disebabkan oleh hama rayap jenis *Coptotermes curvignatus*, dan tidak termasuk kerugian tak langsung untuk merenovasi di sekitar kerusakan yang terjadi. Secara pembobotan kerusakan bahan konstruksi bangunan berselulosa

yang terhitung hanya sekitar 8 (delapan) sampai 10 (sepuluh) persen dari biaya keseluruhan suatu bangunan apartemen.

Pada kondisi konstruksi bangunan tinggi baik arah vertikal maupun horizontal, koloni rayap hanya mengalami hambatan relatif kecil saat mencari makanan, karena diduga berkurangnya musuh alami rayap dalam bangunan tinggi tersebut. Hal ini diperkuat dengan penjelasan Nandika, *et al.* (1994), bahwa pemangsa sarang rayap atau musuh alaminya adalah semut yang berada dalam tanah, dengan demikian koloni rayap lebih mudah untuk mendapatkan makanan di dalam bangunan tinggi.

3.3. Kerugian Ekonomi

Kerugian akibat serangan rayap pada Tower A, Tower B, dan Tower C memang tidak merusak sistem struktur tetapi hanya komponen bahan berkayu, serta kerugian dari faktor kenyamanan dan keamanan penghuni cukup signifikan. Dalam penelitian ini kerugian yang dihitung hanyalah komponen bahan berkayu yang jumlahnya 8 persen dari nilai konstruksi bangunan secara keseluruhan. Sementara itu untuk menghitung nilai penurunan komponen bahan berkayu pada Tower A, Tower B, dan Tower C; maka perhitungan harus berdasarkan indeks kondisi masing-

Tabel 4. Nilai penurunan bangunan akibat serangan rayap pada komponen bahan berkayu.

Tower	Indeks Kondisi	Nilai Bangunan* (Rp)	Nilai Penurunan* (Rp)
A	50,2	78.021.888.000,-	3.107.143.668,-
B	60,1	92.072.164.800,-	2.938.943.500,-
C	73,2	78.021.888.000,-	1.673.413.454,-

*tahun 1998

masing tower serta komponen bahan berkayu yang nilainya 8 persen dari keseluruhan komponen konstruksi bangunan. Hasil perhitungan menunjukkan nilai penurunan komponen bahan berkayu (kerugian ekonomi) berdasarkan indeks kondisi diperoleh untuk Tower A Rp 3.107.143.668,-; Tower B Rp 2.938.943.500,- dan Tower C Rp 1.673.413.454,- (Tabel 4). Nilai penurunan tersebut dihitung berdasarkan nilai bangunan pada tahun 1998, dan jika dikonversikan ke nilai bangunan saat penelitian dilaksanakan (tahun 2006) dengan laju inflasi selama periode 1998-2006 sebesar 62,5 persen; maka nilai penurunan komponen bahan berkayu Rp 5.049.108.461,- untuk Tower A; Rp 4.775.783.188,- untuk Tower B; dan Rp 2.719.296.863,- untuk Tower C.

4. KESIMPULAN

Secara umum dari hasil penelitian dalam penilaian indeks kondisi menunjukkan kerusakan akibat serangan rayap pada Tower A lebih besar daripada Tower B dan C. Pada bangunan yang diteliti, bentuk denah setiap lantainya sama (tipikal) ke arah vertikal, misalnya area toilet dari bawah sampai ke lantai teratas berada pada satu garis vertikal. Apabila rancangan atau pelaksanaan pada titik area kamar mandi/WC kurang memenuhi standar kelayakan, maka dapat diduga area tersebut merupakan media jalur habitat rayap. Kondisi serangan rayap pada Tower A (apartemen) terjadi secara terbuka dengan akibat kerusakan yang tinggi karena pencegahan dan pengendalian serangan rayap dilakukan oleh masing-masing penghuni, bukan secara terpadu seperti yang

dilakukan oleh pihak pengelola di Tower B dan C (hotel).

Kerugian akibat serangan rayap pada tiga tower contoh memang tidak merusak sistem struktur konstruksinya; tetapi kerugian secara ekonomi cukup besar. Kerugian ini akan semakin bertambah dan akan lebih menurunkan nilai bangunan jika tidak dilakukan perawatan secara terpadu oleh pihak pengelola.

DAFTAR PUSTAKA

- UUBG (2003), *Undang-Undang Republik Indonesia No.28/2002 tentang Bangunan Gedung beserta Penjelasannya*, Citra Umbara, Bandung.
- Juwana, J.S. (2005), *Panduan Sistem Bangunan Tinggi*, Erlangga, Jakarta.
- Nandika, D., E.A. Husaini, S. Surjokusumo dan D. Ngilly (1994), *A Survey on Termite Problems in The Low Cost Housing Compound in Jakarta and Its Vicinity, Symposium on Pest Ecology and Pest Management*, Bogor.
- Sebastian, A. (2003), *Construction Pathology*, A. Sebastian Engineering and Investigation Services, Seattle.
- Surjokusumo, S. (2005), *Perkembangan Aspek Regulasi Pengendalian Serangan Rayap pada Bangunan Gedung, Seminar Nasional*, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Uzarski, D.R., Laurence A., and Burley Jr. (1997), *Assessing Building Condition by the Use Condition Indexes, Infrastructure Condition Assessment: Art, Science, and Practice*, American Society of Civil Engineering, New York.
- Wordsworth, P. (2001), *Lee's Building Maintenance Management*, Blackwell Science, Oxford, USA.